

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-78530

(P2003-78530A)

(43) 公開日 平成15年3月14日 (2003.3.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)
H 0 4 L 12/28	3 0 0	H 0 4 L 12/28	3 0 0 Z 5 K 0 3 0
	3 0 7		3 0 7 5 K 0 3 3
H 0 4 B 7/26		12/56	1 0 0 Z 5 K 0 6 7
H 0 4 L 12/56	1 0 0	H 0 4 B 7/26	A

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2001-261468(P2001-261468)

(22) 出願日 平成13年8月30日 (2001.8.30)

特許法第30条第1項適用申請有り 2001年3月2日 社
団法人電子情報通信学会発行の「電子情報通信学会技術
研究報告 信学技報 V o l . 1 0 0 N o . 6 6 4」に発表

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(71) 出願人 597009389

鈴木 博

東京都世田谷区奥沢6-16-4

(71) 出願人 501343167

渡辺 伸吾

東京都新宿区市谷田町2丁目21-2-307

(74) 代理人 100105050

弁理士 鷲田 公一

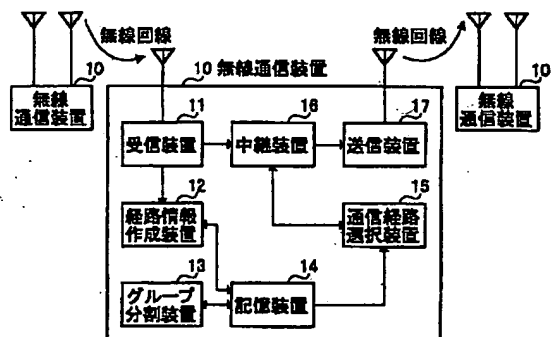
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システム

(57) 【要約】

【課題】 階層構造がなく無線通信装置が相互に平等な関係にあるフラット形の自律分散無線ネットワークにおいて効率的な経路制御を実現できること。

【解決手段】 経路情報作成装置は、受信データから中継回数や回線品質情報を測定し、その結果を記憶装置に記憶する。グループ分割装置は、記憶装置に記憶された経路情報に基づいて無線通信装置が属するクラスタを決定し、その結果を記憶装置に記憶する。通信経路選択装置は、受信データの宛先が同一クラスタ内であれば、記憶装置に保持された回線品質情報に基づき中継先の無線通信装置を選択し、中継装置に通知する。受信データの宛先がクラスタ外であれば、記憶装置に保持された中継回数情報に基づき中継先の無線通信装置を選択し、中継装置に通知する。中継装置では上記の選択結果に従ってデータ処理を行い、送信装置を通じて選択された他の無線通信装置へとデータの中継を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の無線通信装置により構成される無線通信システムであって、

各無線通信装置は、複数の無線通信装置間におけるデータの送受信の結果に基づいて前記無線通信装置間のデータ通信経路情報を作成する作成手段と、前記データ通信経路情報及び複数の無線通信装置がグループ化されたときのグループの情報を記憶する記憶手段と、記憶された情報に基づいてデータ通信経路選択を行う経路選択手段と、前記データ通信経路選択の結果に基づいてデータを宛先の無線通信装置に中継する中継手段と、を具備することを特徴とする無線通信システム。

【請求項2】 第1無線通信装置の作成手段は、第1無線通信装置から送信されたデータを第2無線通信装置が受信するまでに要する中継回数をデータに随伴させ、第2無線通信装置において前記データを受信する際に、前記データに随伴する前記中継回数と前記記憶手段から読み出した中継回数との比較結果に基づいて中継回数が最小となるように前記データ通信経路情報を更新して前記第2無線通信装置の記憶手段へ記憶することを特徴とする請求項1記載の無線通信システム。

【請求項3】 第1無線通信装置から送信されたデータを第2無線通信装置が受信する際に、前記第1無線通信装置の識別番号と、前記第2無線通信装置に対して前記データを直接中継した第1もしくは第3無線通信装置の識別番号と、データ通信経路情報の生成時刻と、前記データ通信経路情報の有効期限と、前記中継回数と、を前記第2無線通信装置の記憶手段へ記憶することを特徴とする請求項1又は請求項2記載の無線通信システム。

【請求項4】 データ通信経路情報に基づいて、同一グループに属する無線通信装置間で中継回数が規定値以下となるようにグループ化することを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載の無線通信システム。

【請求項5】 既存のグループに対して新たに無線通信装置を追加する際の基準となる中継回数の規定値よりも、既存のグループから無線通信装置が離脱する際の基準となる中継回数の既定値を大きく設定することを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載の無線通信システム。

【請求項6】 最初にグループを形成した無線通信装置が前記グループの形成時点で未使用のグループ識別番号を所定範囲内から無作為に選択し、前記グループ識別番号の使用情報を他の無線通信装置に対して報知し、他の無線通信装置が前記グループ識別番号の使用情報を連鎖的に同報中継を行うと共に、前記無線通信装置が構成する無線通信システム内で一意のグループ識別番号を各グループが保持することを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の無線通信システム。

【請求項7】 グループに属する無線通信装置の情報によりグループの大きさを把握し、全無線通信装置の数に

対して、グループに属する無線通信装置の数の最大値が大き過ぎる場合に、グループ化する際の中継回数の規定値を変更することを特徴とする請求項1から請求項6のいずれかに記載の無線通信システム。

【請求項8】 第1無線通信装置の作成手段は、第1無線通信装置から第1無線通信装置と同一グループに属する第2無線通信装置へデータを送信する際に、データを伝送するパケットに連続番号を付与し、前記データを受信した第2無線通信装置において前記連続番号によって受信成功パケット数及び総パケット数を一定期間測定してパケット伝送成功率を算出し、前記第2無線通信装置の記憶手段が前記パケット伝送成功率を記憶することを特徴とする請求項1から請求項7のいずれかに記載の無線通信システム。

【請求項9】 第1無線通信装置について第1無線通信装置と同一グループに属する第2無線通信装置がパケット伝送成功率を測定する際に、前記第1無線通信装置の識別番号と、前記第2無線通信装置が前記パケット伝送成功率の測定期間内で最初に受信したパケットに付与された連続番号と、前記第2無線通信装置が前記パケット伝送成功率の測定期間内で最後に受信したパケットに付与された連続番号と、前記第2無線通信装置が前記パケット伝送成功率の測定期間内で前記第1無線通信装置から受信したパケット数と、現在のパケット伝送成功率の測定期間の開始時刻と、前回のパケット伝送成功率の測定期間内で前記第2無線通信装置が受信したパケット数と、前回のパケット伝送成功率の測定期間内で前記第1無線通信装置が送信したと予測されるパケット数と、前回のパケット伝送成功率の測定期間の開始時刻と、を前記第2無線通信装置の記憶手段へ記憶することを特徴とする請求項1から請求項8のいずれかに記載の無線通信システム。

【請求項10】 第1無線通信装置が測定した回線品質情報を前記第1無線通信装置と同一グループに属する第2無線通信装置へパケット伝送成功率の測定期間毎に同報し、前記同報により受信した前記回線品質情報を第2無線通信装置が記憶手段に記憶している前記第1無線通信装置の回線品質情報に更新すると共に、同一グループ内で更新した回線品質情報を連鎖的に同報中継することを特徴とする請求項1から請求項9のいずれかに記載の無線通信システム。

【請求項11】 第1無線通信装置が記憶手段に記憶している前記第1無線通信装置と同一グループに属する他の無線通信装置の回線品質情報について前記パケット伝送成功率の測定期間毎に他の無線通信装置に対して同報し、前記同報により前記回線品質情報を受信した前記第2無線通信装置が記憶手段に記憶している回線品質情報よりも前記同報により得られた前記回線品質情報が新しい場合に記憶内容を更新すると共に、前記同一グループ内で新しい回線品質情報を連鎖的に同報中継することを

特徴とする請求項1から請求項10のいずれかに記載の無線通信システム。

【請求項12】 回線品質情報として、第1無線通信装置の識別番号と、前記第1無線通信装置の前記回線品質情報を受信した第2無線通信装置から第1無線通信装置に到達するための最小中継回数と、前記最小中継回数の情報の有効期限と、前記第1無線通信装置と第3無線通信装置間の前記パケット伝送成功率と、前記第3無線通信装置から前記第1無線通信装置へ送信されたパケット数と、前記第1無線通信装置が前記第3無線通信装置からのパケットの受信に成功したパケット数と、前記第1無線通信装置と前記第3無線通信装置間の前記回線品質情報が生成された時刻、前記回線品質情報の有効期限、及び中継回数制限値と、を同一グループ内で連鎖的に同報中継すると共に、前記第2無線通信装置の記憶手段へ記憶することを特徴とする請求項1から請求項11のいずれかに記載の無線通信システム。

【請求項13】 第1無線通信装置から前記第1無線通信装置と同一グループに属する第2無線通信装置へデータを送信する際に、前記第1無線通信装置から前記第2無線通信装置に至る各経路に関して、経路を構成する各中継回線のパケット伝送成功率から経路全体のパケット伝送成功率を求め、前記経路全体のパケット伝送成功率に対して0より大きく1未満である定数を各経路の中継回数だけ乗算して各経路の回線評価値を求め、前記経路の回線評価値が最大となる経路を選択することを特徴とする請求項1から請求項12のいずれかに記載の無線通信システム。

【請求項14】 第1無線通信装置から前記第1無線通信装置と同一グループに属する第2無線通信装置へデータを送信する際に、前記第1無線通信装置から前記第2無線通信装置に至る各経路の回線品質情報が得られていない過渡段階の場合、データ通信経路情報において前記第2無線通信装置から前記第1無線通信装置へ最小中継回数で到達する経路で前記第1無線通信装置に対してデータを直接中継する第3無線通信装置をデータ送信先として選択することを特徴とする請求項1から請求項13のいずれかに記載の無線通信システム。

【請求項15】 第1無線通信装置から前記第1無線通信装置と同一グループに属さない第2無線通信装置へデータを送信する際に、データ通信経路情報において前記第2無線通信装置から前記第1無線通信装置へ最小中継回数で到達する経路で前記第1無線通信装置に対してデータを直接中継する第3無線通信装置をデータ送信先として選択することを特徴とする請求項1から請求項14のいずれかに記載の無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、無線通信システムに関し、特に、複数の無線通信装置が自律分散的に無線

通信ネットワークを形成することが可能な無線通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 現在の無線通信システムは、集中制御に基づく信頼度の高い回線交換形システムである。しかしながら、インターネットはランダムアクセスに基づく分散制御形のシステムであり、局所的には自律分散形通信ネットワークをベースとするシステム構築も可能である。特に、無線LANをより柔軟に構築し、通信範囲を拡大するという観点から、移動性を持つ無線通信装置だけで形成される自律分散形通信ネットワークの実現可能性が検討されている。

【0003】 従来、複数の無線通信装置が自律分散的に無線通信ネットワークを形成して通信範囲を拡大する無線データ通信装置並びに無線データ通信システムとしては、特開平8-97821号公報に開示されたものが知られている。

【0004】 自律分散形通信ネットワークにおいて、直接通信できない無線通信装置間の通信については、他の無線通信装置が中継することにより実現する。その際に、通信経路の形成、通信経路の選択は自律分散的に行われる。自律分散的に無線通信ネットワークを形成するアルゴリズムを構成する際には、以下に挙げる条件を考慮する必要がある。

【0005】 第1に、無線通信路は一般に有線の場合と比べ誤り率は非常に高いので、無線通信路の時間変化を考慮する必要がある。

【0006】 第2に、受信平均レベルも、無線通信装置の移動により伝搬路損失の変化に伴い大きく変化し、通信可能な無線通信装置間のリンクも常に変化するので、無線通信装置の移動による通信経路の変化を考慮する必要がある。

【0007】 第3に、完全には規格化されていない無線通信装置が前提となるので、送信電力、受信雑音指数、周囲雑音の存在などに非対称性があり、通信路回線品質は対称ではなく、非対称の極端な場合には単方向のリンクもあるので、通信路回線品質の非対称性を考慮する必要がある。

【0008】 これらのことを考慮して、通信ネットワーク中の各無線通信装置が、自律分散的に経路を決定するためには、無線通信装置間の回線品質情報をあらかじめ入手しておく必要がある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、自律分散無線ネットワークを構成する無線通信装置数が増加すると、(1)回線品質情報を保持するためのメモリ量が増加する、(2)回線品質情報の伝達のためにネットワーク負荷が増大する、(3)回線品質情報伝達に遅延がある、(4)経路探索に時間がかかる、などの問題が発生し、自律分散制御の効率が低下する。このため、無線通信装置

を複数のグループに分割するクラスタ化と無線通信装置の経路制御に階層構造を持たせる階層化の導入が検討されている。しかしながら、階層化を導入すると、上位階層の無線通信装置には特別なネットワーク制御機能が付与され、その機能を効率的に処理する特別な機能が必要となる。

【0010】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、階層構造がなく無線通信装置が相互に平等な関係にあるフラット形の自律分散無線ネットワークにおいて効率的な経路制御を実現できる比較的簡易な無線通信システムを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の無線通信システムは、複数の無線通信装置により構成される無線通信システムであって、各無線通信装置は、複数の無線通信装置間におけるデータの送受信の結果に基づいて前記無線通信装置間のデータ通信経路情報を作成する作成手段と、前記データ通信経路情報及び複数の無線通信装置がグループ化されたときのグループの情報を記憶する記憶手段と、記憶された情報に基づいてデータ通信経路選択を行う経路選択手段と、前記データ通信経路選択の結果に基づいてデータを宛先の無線通信装置に中継する中継手段と、を具備する構成を採る。

【0012】この構成によれば、経路選択結果に従ってデータ処理を行い、選択された他の無線通信装置に対してデータの中継を行う。この処理を複数の無線通信装置が連鎖的に行うことによってデータに含まれる宛先情報における宛先へデータを効率的に伝送することができる。

【0013】本発明の無線通信システムは、上記構成において、第1無線通信装置の作成手段は、第1無線通信装置から送信されたデータを第2無線通信装置が受信するまでに要する中継回数をデータに随伴させ、第2無線通信装置において前記データを受信する際に、前記データに随伴する前記中継回数と前記記憶手段から読み出した中継回数との比較結果に基づいて中継回数が最小となるように前記データ通信経路情報を更新して前記第2無線通信装置の記憶手段へ記憶する構成を採る。

【0014】本発明の無線通信システムは、上記構成において、第1無線通信装置から送信されたデータを第2無線通信装置が受信する際に、前記第1無線通信装置の識別番号と、前記第2無線通信装置に対して前記データを直接中継した第1もしくは第3無線通信装置の識別番号と、データ通信経路情報の生成時刻と、前記データ通信経路情報の有効期限と、前記中継回数と、を前記第2無線通信装置の記憶手段へ記憶する構成を採る。

【0015】これらの構成によれば、自律分散形無線通信装置で構成したネットワークにおいて、経路選択における中継回数の測定を行うことができる。

【0016】本発明の無線通信システムは、上記構成に

おいて、データ通信経路情報に基づいて、同一グループに属する無線通信装置間で中継回数が規定値以下となるようにグループ化する構成を採る。

【0017】本発明の無線通信システムは、上記構成において、既存のグループに対して新たに無線通信装置を追加する際の基準となる中継回数の規定値よりも、既存のグループから無線通信装置が離脱する際の基準となる中継回数の既定値を大きく設定する構成を採る。

【0018】本発明の無線通信システムは、上記構成において、最初にグループを形成した無線通信装置が前記グループの形成時点で未使用のグループ識別番号を所定範囲内から無作為に選択し、前記グループ識別番号の使用情報を他の無線通信装置に対して報知し、他の無線通信装置が前記グループ識別番号の使用情報を連鎖的に同報中継を行うと共に、前記無線通信装置が構成する無線通信システム内で一意のグループ識別番号を各グループが保持する構成を採る。

【0019】これらの構成によれば、自律分散形無線通信装置で構成したネットワークにおいて、複数の無線通信装置のグループ化、すなわちクラスタ化を行うことができる。

【0020】本発明の無線通信システムは、上記構成において、グループに属する無線通信装置の情報によりグループの大きさを把握し、全無線通信装置の数に対して、グループに属する無線通信装置の数の最大値が大き過ぎる場合に、グループ化する際の中継回数の規定値を変更する構成を採る。

【0021】この構成によれば、無線通信装置数とクラスタ数との関係を監視して、クラスタ間で各クラスタに収容する無線通信端末数のバランスをとることにより、効率的にクラスタ分割を行うことができる。

【0022】本発明の無線通信システムは、上記構成において、第1無線通信装置の作成手段は、第1無線通信装置から第1無線通信装置と同一グループに属する第2無線通信装置へデータを送信する際に、データを伝送するパケットに連続番号を付与し、前記データを受信した第2無線通信装置において前記連続番号によって受信成功パケット数及び総パケット数を一定期間測定してパケット伝送成功率を算出し、前記第2無線通信装置の記憶手段が前記パケット伝送成功率を記憶する構成を採る。

【0023】本発明の無線通信システムは、上記構成において、第1無線通信装置について第1無線通信装置と同一グループに属する第2無線通信装置がパケット伝送成功率を測定する際に、前記第1無線通信装置の識別番号と、前記第2無線通信装置が前記パケット伝送成功率の測定期間内で最初に受信したパケットに付与された連続番号と、前記第2無線通信装置が前記パケット伝送成功率の測定期間内で最後に受信したパケットに付与された連続番号と、前記第2無線通信装置が前記パケット伝送成功率の測定期間内で前記第1無線通信装置から受信

したパケット数と、現在のパケット伝送成功率の測定期間の開始時刻と、前回のパケット伝送成功率の測定期間内で前記第2無線通信装置が受信したパケット数と、前回のパケット伝送成功率の測定期間内で前記第1無線通信装置が送信したと予測されるパケット数と、前回のパケット伝送成功率の測定期間の開始時刻と、を前記第2無線通信装置の記憶手段へ記憶する構成を採る。

【0024】これらの構成によれば、経路選択に用いる無線通信装置間の回線品質情報であるスループットを測定することができる。

【0025】本発明の無線通信システムは、上記構成において、第1無線通信装置が測定した回線品質情報を前記第1無線通信装置と同一グループに属する第2無線通信装置へパケット伝送成功率の測定期間毎に同報し、前記同報により受信した前記回線品質情報を第2無線通信装置が記憶手段に記憶している前記第1無線通信装置の回線品質情報に更新すると共に、同一グループ内で更新した回線品質情報を連鎖的に同報中継する構成を採る。

【0026】本発明の無線通信システムは、上記構成において、第1無線通信装置が記憶手段に記憶している前記第1無線通信装置と同一グループに属する他の無線通信装置の回線品質情報について前記パケット伝送成功率の測定期間毎に他の無線通信装置に対して同報し、前記同報により前記回線品質情報を受信した前記第2無線通信装置が記憶手段に記憶している回線品質情報よりも前記同報により得られた前記回線品質情報が新しい場合に記憶内容を更新すると共に、前記同一グループ内で新しい回線品質情報を連鎖的に同報中継する構成を採る。

【0027】本発明の無線通信システムは、上記構成において、回線品質情報として、第1無線通信装置の識別番号と、前記第1無線通信装置の前記回線品質情報を受信した第2無線通信装置から第1無線通信装置に到達するための最小中継回数と、前記最小中継回数の情報の有効期限と、前記第1無線通信装置と第3無線通信装置間の前記パケット伝送成功率と、前記第3無線通信装置から前記第1無線通信装置へ送信されたパケット数と、前記第1無線通信装置が前記第3無線通信装置からのパケットの受信に成功したパケット数と、前記第1無線通信装置と前記第3無線通信装置間の前記回線品質情報が生成された時刻、前記回線品質情報の有効期限、及び中継回数制限値と、を同一グループ内で連鎖的に同報中継すると共に、前記第2無線通信装置の記憶手段へ記憶する構成を採る。

【0028】これらの構成によれば、経路選択に用いる無線通信装置間の回線品質情報であるスループットの情報を各無線通信装置で交換して、グループ内の全無線通信装置の回線品質情報を得ることができる。

【0029】本発明の無線通信システムは、上記構成において、第1無線通信装置から前記第1無線通信装置と同一グループに属する第2無線通信装置へデータを送信

する際に、前記第1無線通信装置から前記第2無線通信装置に至る各経路に関して、経路を構成する各中継回線のパケット伝送成功率から経路全体のパケット伝送成功率を求め、前記経路全体のパケット伝送成功率に対して0より大きく1未満である定数を各経路の中継回数だけ乗積して各経路の回線評価値を求め、前記経路の回線評価値が最大となる経路を選択する構成を採る。

【0030】この構成によれば、複数の無線通信装置をグループ化して得られたクラスタ内部において、回線品質情報であるスループットを用いて経路選択を行うことができる。

【0031】本発明の無線通信システムは、上記構成において、第1無線通信装置から前記第1無線通信装置と同一グループに属する第2無線通信装置へデータを送信する際に、前記第1無線通信装置から前記第2無線通信装置に至る各経路の回線品質情報が得られていない過渡段階の場合、データ通信経路情報において前記第2無線通信装置から前記第1無線通信装置へ最小中継回数で到達する経路で前記第1無線通信装置に対してデータを直接中継する第3無線通信装置をデータ送信先として選択する構成を採る。

【0032】本発明の無線通信システムは、上記構成において、第1無線通信装置から前記第1無線通信装置と同一グループに属さない第2無線通信装置へデータを送信する際に、データ通信経路情報において前記第2無線通信装置から前記第1無線通信装置へ最小中継回数で到達する経路で前記第1無線通信装置に対してデータを直接中継する第3無線通信装置をデータ送信先として選択する構成を採る。

【0033】これらの構成によれば、複数の無線通信装置をグループ化して得られたクラスタ内部において、中継回数を用いて経路選択を行うことができる。

【0034】

【発明の実施の形態】本発明においては、自律分散形通信ネットワークを構成する複数の無線通信装置をクラスタ化（グループ化）し、クラスタ内外で異なる経路制御を行う。この経路制御は、具体的には、クラスタを形成するアルゴリズム、ホップ数（中継回数）の測定アルゴリズム、クラスタ内無線通信装置間の平均スループット（パケット伝送成功率）の測定アルゴリズム及び平均スループット情報のクラスタ内部伝達アルゴリズムを用いて行われる。すなわち、クラスタ外の経路選択は、ホップ数に基づく経路選択アルゴリズムに基づいて行い、クラスタ内の経路選択は、平均スループットの測定アルゴリズム及び平均スループット情報のクラスタ内部伝達アルゴリズムに基づいて行う。

【0035】このように、経路選択アルゴリズムの2段階制御を行うことにより、ネットワークの過渡状態においては、ホップ数に基づく制御によりネットワークの変動に即応した経路選択を行うことができる。また、ネッ

トワークの平衡状態では、クラスタ内は全ての無線通信装置間のスループットを詳細に把握することで最適に経路制御を行うことができ、遠方の無線通信装置に関しては詳細な無線通信装置間情報を保持することなくホップ数のみによる簡易な経路制御を行うことができる。

【0036】以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明の実施の形態に係る無線通信システムにおける無線通信装置の構成を示すブロック図である。

【0037】図1に示す無線通信装置10において、受信装置11は、他の無線通信装置からデータを受信し、所定の無線受信処理（例えば、ダウンコンバート、A/D変換など）を行い、受信信号を経路情報作成装置12及び中継装置16に出力する。

【0038】経路情報作成装置12は、受信データから中継回数や回線品質情報を測定し、その結果を記憶装置14に出力する。記憶装置14は、経路情報作成装置12からの中継回数や回線品質情報を記憶する。

【0039】グループ分割装置13は、記憶装置14に記憶された経路情報に基づいて無線通信装置が属するクラスタを決定し、その結果を記憶装置14に出力する。記憶装置14は、グループ分割装置13からのクラスタ決定情報を記憶する。

【0040】通信経路選択装置15は、受信データに含まれる宛先情報において宛先が同一クラスタ内であれば、記憶装置14に保持された回線品質情報に基づいて中継先の無線通信装置を選択し、選択した中継先の無線通信装置の情報を中継装置16に通知する。また、受信データに含まれる宛先情報において宛先が同一クラスタ外であれば、記憶装置14に保持された中継回数情報に基づいて中継先の無線通信装置を選択し、選択した中継先の無線通信装置の情報を中継装置16に通知する。

【0041】中継装置16では、上記の選択結果に従ってデータ処理を行い、送信装置17を通じて、通信経路選択装置15で選択された他の無線通信装置に対してデータの中継を行う。この処理を複数の無線通信装置が連鎖的に行うことによってデータに含まれる宛先情報における宛先ヘデータを効率的に伝送する。

【0042】なお、図1における無線通信装置は、2本のアンテナを備えているが、これに限定されず、送受信アンテナ1本を備える構成であっても良い。

【0043】図2は、本発明の実施の形態に係る無線通信システムにおける経路選択の手順を説明するためのフロー図である。

【0044】ステップ（以下、STとする）201において、データに含まれる宛先情報（ヘッダ）の宛先が同一クラスタ内であるかどうかを判断する。無線通信装置は、同一クラスタ内に属する無線通信装置の情報を取得しているので、宛先情報を参照することにより、宛先が同一クラスタ内であるかどうかを判断することができ

る。

【0045】宛先が同一クラスタ内である場合には、回線品質情報を取得しているかどうかを判断する（ST202）。回線品質情報を取得している場合には、回線品質に基づいて経路探索を行い、中継先の無線通信装置を決定する（ST203）。ここで、この場合の経路探索は、平均スループットの測定アルゴリズム及び平均スループット情報のクラスタ内部伝達アルゴリズムを用いて行う。

【0046】一方、回線品質情報を取得していない場合には、中継回数に基づいて経路探索を行い、中継先の無線通信装置を決定する（ST204）。この場合の経路探索は、ホップ数に基づく経路選択アルゴリズムを用いて行う。

【0047】次に、本発明の無線通信システムにおける経路選択について具体的に説明する。まず、本発明においては、自律分散形の通信ネットワークを構成する複数の無線通信装置をクラスタ化する。このクラスタ化は、クラスタ化アルゴリズムにより行われる。ここで、クラスタとは、ホップ数（中継回数）が規定値以下となる無線通信装置の集合として定義する。

【0048】図3は、無線通信装置をグループ化したときにグループに識別番号を付与するアルゴリズムを説明するためのフロー図である。まず、複数の無線通信装置をクラスタ化する場合、新しいクラスタに使用するグループ（クラスタ）識別番号を無作為に選択する（ST301）。次いで、全無線通信装置へグループ識別番号を連鎖的に（中継しながら）報知する（ST302）。そして、無線通信装置は、グループ識別番号を受信し、受信したグループ識別番号と自装置の記憶装置内に記憶されたグループ識別番号とを照合し（ST303）、グループ識別番号が未使用であるかどうかを判断する（ST304）。

【0049】受信したグループ識別番号が未使用である場合には、記憶装置に、受信したグループ識別番号を記憶する（ST306）。これにより、新しくできたクラスタが使用するグループ識別番号が記憶され、新しくできたクラスタがそのグループ識別番号により特定される。

【0050】一方、受信したグループ識別番号が使用されている場合には、このグループ識別番号は使用できないので、その旨をグループ識別番号の送信元に通知する（ST305）。これにより、送信元は、異なるグループ識別番号を選択して、上記と同様の動作を行う。

【0051】このようにして、一意のグループ識別番号を各クラスタが保持することができるので、無線通信装置が構成する通信ネットワーク内で所属クラスタを認識することができる。

【0052】次に、クラスタへの追加、離脱について説明する。図4は、クラスタへの追加、離脱アルゴリズム

を説明するためのフロー図である。

【0053】まず、クラスタに追加される無線通信装置は、参加しようとするグループ（クラスタ）に属するメンバー（無線通信装置）のリストを近傍の無線通信装置から取得する（ST401）。そして、参加しようとするグループ（クラスタ）に属する全メンバー（無線通信装置）との間の中継回数を測定する（ST402）。この中継回数（ホップ数）を測定するアルゴリズムについては後述する。

【0054】そして、中継回数が既定値M以下であるかどうかを判断する（ST403）。中継回数が既定値M以下であれば、クラスタにその無線通信装置を参加させることができると判断し、参加する無線通信装置は、グループに参加する。具体的には、参加するグループに対して、自装置が参加する旨の参加通知を同報し、そのグループに属する無線通信装置は、新たに参加する無線通信装置をメンバーリストに追加して記憶する（ST404）。これにより、クラスタに新しい無線通信装置が追加される。

【0055】一方、中継回数が既定値Mを超えていれば、他のクラスタにおいて、上記と同様にして中継回数を測定する（ST402）。

【0056】クラスタに属する無線通信装置の数は時間と共に変わるので、定期的に又は不定期にグループに属する全メンバー（無線通信装置）との間の中継回数を測定する（ST405）。そして、測定した中継回数が既定値N以上であるかどうかを判断する（ST406）。

【0057】中継回数が既定値N以上であれば、クラスタから無線通信装置を離脱させる必要があると判断し、無線通信装置はクラスタから離脱する。具体的には、グループに対して、グループから離脱する旨の離脱通知を同報し、そのグループに属する無線通信装置は、離脱する無線通信装置をメンバーリストから削除する（ST407）。これにより、クラスタから新しい無線通信装置が離脱する。

【0058】一方、中継回数が既定値N未満であれば、上記と同様にして中継回数を測定する（ST405）。このように、上記アルゴリズムにより、集中制御のように固定した代表局を置くことなく、自律分散的にクラスタを形成することができる。

【0059】なお、上記のアルゴリズムでは、クラスタ境界の無線通信装置はクラスタへの出入りが多くなることが考えられる。そこで、クラスタへの無線通信装置の出入りに関してヒステリシスを導入する。例えば、クラスタに入るためのホップ数を4とし、無線通信装置の移動などによりクラスタを出るときの規定ホップ数を6とする。具体的には、図4におけるMを4とし、Nを6とする。このように設定することにより、クラスタに入り易く、出にくくなりクラスタの安定性が向上する。

【0060】実際に、クラスタに新しい無線通信装置が

入るかかどうかは、上述したように、あるクラスタに属する2つの無線通信装置間の通信での規定ホップ数により判断される。図5は、規定ホップ数以下の中継を説明するための図である。図5においては、規定ホップ数を4とする。なお、規定ホップ数は4に限らず、任意に設定することが可能である。

【0061】無線通信装置B以外は一つのクラスタをすでに形成しているとする。図中の数字は、無線通信装置Aからの情報が到達するために必要なホップ数を示す。図5（a）に示す場合においては、無線通信装置Bを新たに同じクラスタに加えた場合、無線通信装置Bから全ての無線通信装置に到達するためのホップ数が4になるので、無線通信装置Bをこのクラスタに入れることができる。しかしながら、図5（b）に示す場合においては、新たに無線通信装置Bを加えると、最大のホップ数が5となるので、無線通信装置Bをこのクラスタに入れることができない。

【0062】上記ホップ数の制限値（グループ化する際の中継回数の規定値）は固定であっても良く、適応的に変更するようにしても良い。例えば、図7（a）に示すように、非常に多くの無線通信装置を収容するクラスタ702と一つの無線通信装置を収容するクラスタ703が形成された場合において、周辺にできた4つのクラスタ703の無線通信装置701は、互いに通信できない位置にあり、かつホップ数制限のために中心部のクラスタに参加できないとする。このような状態は、クラスタ化の目的からすれば、このクラスタ分割は非効率である。

【0063】そこで、図7（a）のように、クラスタの大きさに極端な違いがある場合に、ホップ数制限値（グループ化する際の中継回数の規定値）を小さくすることにより、効率的なクラスタ分割を実現する。例えば、図7（a）に示す状態でホップ数の制限を厳しくすると、図7（b）に示す状態（5つのほぼ均等なクラスタ704）が得られる。

【0064】また、別の方法として、一旦すべてのクラスタ分割を破棄し、小さなクラスタに属していた無線通信装置から順にクラスタを再形成する方法も考えられる。この方法を図7（a）の状態に適用すると、例えば、図7（c）に示すクラスタ705の状態となる。

【0065】図6は、ホップ数制限値を変更するアルゴリズムを説明するためのフロー図である。ここでは、全体でX個の無線通信装置が、Y個のクラスタを形成している場合について説明する。この場合、全クラスタのメンバーリストを全無線通信装置に同報し、全無線通信装置が各クラスタの大きさを把握する（ST601）。

【0066】次いで、クラスタのうちで最も大きいクラスタの収容無線通信装置数Zが X/Y + 閾値Wよりも大きいかどうか判定する（ST602）。Zが X/Y + Wよりも大きければ、ホップ数の制限値（グループ化する

際の中継回数の規定値)をより小さい値に変更する(ST604)か、又は一旦全てのクラスタ分割の状態を破棄し、小さなクラスタに属していた無線通信装置から順にクラスタを再形成する。そして、ST601に戻る。

【0067】一方、Zが $X/Y+W$ 以下であれば、クラスタ数Yが小さすぎないかどうかを判定する。具体的には、クラスタ数Yが閾値Tよりも小さいかどうかを判定する(ST603)。クラスタ数Yが閾値Tよりも小さければ、無線通信端末数Xに対してクラスタ数Yが小さすぎると判断して、ホップ数の制限値(グループ化する際の中継回数の規定値)をより小さい値に変更する(ST604)か、又は一旦全てのクラスタ分割の状態を破棄し、小さなクラスタに属していた無線通信装置から順にクラスタを再形成する。

【0068】このように、無線通信装置数とクラスタ数との関係を監視して、クラスタ間で各クラスタに収容する無線通信端末数のバランスをとることにより、図7(a)に示すような状態、すなわち無線通信装置が互いに通信できない状態になることを防止し、効率的にクラスタ分割を行うことができる。

A_n : 発信ノードアドレス
 $A_{n,p}$: 一つ前の中継ノードアドレス
 t_s : 情報生成時刻
 T_e : 情報有効期限
 n_h : ノードへ到達するための中継回数

【0072】上述したパケット受信を開始すると、パケットに随伴する送信元、中継回数、中継元、宛先の情報を抽出する(ST801)。次いで、抽出した情報と自装置の記憶装置に記憶された内容とを比較する(ST802)。そして、記憶装置に記憶されている中継回数情報とパケットに含まれる中継回数情報とを比較し、記憶されている中継回数が最小であるかどうかを判断する(ST803)。

【0073】記憶されている中継回数が最小でなければ、受信したパケットの中継回数、送信元無線通信装置、中継元無線通信装置を記憶装置に更新する(ST805)。次に、受信したパケットにおいて宛先が自装置であるかどうかを判断する(ST804)。受信したパケットにおいて宛先が自装置でない場合には、自装置は中継装置であるので、パケットに随伴する中継回数を1

$$A_n = A_A, A_{n,p} = A_Y, n_h = n_h, Y + 1$$

【0077】次に、無線通信装置Xから無線通信装置Aに関する情報が送られてきたとすると、無線通信装置Bは、記憶装置に記憶している中継回数(n_h, Y)と受信した中継回数情報とを比較する。上述したように、 n

$$A_n = A_A, A_{n,p} = A_X, n_h = n_h, X + 1$$

【0079】もし、無線通信装置Bにおいて、中継回数を比較した結果 $n_h, X \geq n_h, Y$ である場合には記憶装置の内容を更新しない。

【0069】次に、ホップ数を測定するアルゴリズムについて説明する。図8は、ホップ数測定アルゴリズムを説明するためのフロー図である。各無線通信装置は、回線品質情報を送信しており、そのときに図9に示すようなパケットも同時に送信する。このパケットには、自無線通信装置から他の全無線通信装置までの中継回数を示した回線品質情報が含まれている。受け取る側は、クラスタ内とクラスタ外の無線通信装置におけるホップ数に関する情報のテーブルを作成する。こうして受信したホップ数に関する情報は、以下の(1)の構造で保持される。

【0070】このホップ数に関する情報は、一无線通信装置に関する情報であり、実際には、各無線通信装置がこの構造の情報を全無線通信装置数分だけ保持する必要がある。発信ノードアドレスには、どの無線通信装置に関する情報が記録され、中継ノードアドレスには、特定の無線通信装置に到達するためにはどの無線通信装置を中継無線通信装置として選べば良いかの情報が記録される。

【0071】

... (1)

増加して、中継元を自装置に更新する(ST806)。そして、記憶装置の経路情報に基づいて、受信したパケットを中継する(ST807)。

【0074】図10は、無線通信装置Aに関する情報を、無線通信装置BがX、Yの2つの無線通信装置から受け取る場合を表している。図中の n_h, X と n_h, Y は、各々XとYからAへ到達するのに必要とするホップ数(中継回数)であり、 $n_h, X < n_h, Y$ とする。最初、無線通信装置Bは、無線通信装置Aに関する情報は一切保持していないとする。

【0075】まず、無線通信装置YからAに関する情報(ホップ数)が送られてきたとすると、無線通信装置Bはこの情報に基づいて記憶装置の内容(n_h, Y)を下記(2)のように更新する。

【0076】

(2)

$n_h, X < n_h, Y$ であるので、無線通信装置Bは、記憶装置の内容をホップ数の少ない情報(n_h, X)に更新する。

【0078】

(3)

【0080】このようにして、無線通信装置は、ホップ数に関する情報をお互いに交換することにより、各無線通信装置からの最小ホップ数の現在値を保持する。

【0081】次に、無線通信装置間のスループットを測定する場合について説明する。これは、スループット測定アルゴリズムにより行う。

【0082】図1.1は、スループット測定アルゴリズムを説明するためのフロー図である。まず、パケットを受信し(ST1101)、このパケットを中継した無線通信装置(中継元)が同じグループ(クラスター)内であるかどうかを判断する(ST1102)。そして、中継元が同じグループ内である場合には、受信したパケットに付与された連続番号(シーケンス番号)を記憶装置に記録する(ST1103)。

【0083】スループットの測定では、一定期間の測定が必要となるので、測定期間が終了するかどうかを判断する(ST1104)。測定期間が終了していれば、スループットを計算して、その結果を記憶装置に格納する(ST1105)。さらに、このスループット情報をグループ内の無線通信装置に同報する(ST1106)。

【0084】スループットの測定では、パケットに付与されている連続番号を用いて、総パケット数で受信されたパケットの個数を除してスループットを求める(後述する(4)の情報を用いて行う)。この測定には、ある

A_t : 送信先ノードアドレス
 i_s : 測定期間内に最初に受信したパケットの連続番号
 i_e : 測定期間内で最後に受信したパケットの連続番号
 n_r : 現在の測定期間内に A_t から受信したパケット数
 t_s : 現在の測定期間の開始時間
 $n_{t,p}$: 前回の測定期間に A_t が送信したと思われるパケット数
 $n_{r,p}$: 前回の測定期間に A_t から受信したパケット数
 $t_{s,p}$: 前回の測定期間の開始時間

(4)

【0087】これは、回線品質測定のために保持する無線通信装置1個分の情報であり、各無線通信装置はこれを無線通信装置の数だけ保持する。この情報から A_t から送信したパケット数は $n_t = i_e - i_s + 1$ と表すことができ、スループットは $n_r / n_t = n_r / (i_e - i_s +$

$$n_{t,p} = n_t, n_{r,p} = n_r, t_{s,p} = t_s$$

【0089】このようにして測定された隣接無線通信装置との回線品質情報(スループット)を無線通信装置間で交換し、最終的には図1.4に示すように、すべての無線通信装置間の回線品質情報を得る。すなわち、各無線通信装置は、測定した回線品質情報を隣接無線通信装置に同報し、回線品質情報を受信した隣接無線通信装置は、さらに隣接無線通信装置に回線品質情報を同報する。

【0090】以下に具体的な回線品質情報の交換の手順を述べる。一度受け取った回線品質情報は再度送信しないようにするため、各無線通信装置は、測定した回線品質情報と共に、現在保持している他無線通信装置間の回線品質情報をスループットの測定期間毎に隣接無線通信

一定期間が必要であるので、その値を得るまでには時間を要する。したがって、ホップ数に比較するとスループットの測定値には遅延がある。なお、無線通信装置が移動したりして通信ができなくなった場合には、その無線通信装置からのパケットを全く受信しなくなるので、無線通信装置の消失を検出することができる。

【0085】以下、図1.2に示す無線通信装置の配置を例してスループットの測定について説明する。各無線通信装置が周辺無線通信装置からのパケット通過率を測定することにより、図1.3に示すような自無線通信装置を受信無線通信装置とする周辺無線通信装置間とのスループットの表を作成することができる。図1.3において、受信無線通信装置(受信ノード)をAからみると、無線通信装置B, C, Fに対して表に示すスループットで送信を行うことができる。また、無線通信装置D, E, Gに対しては直接通信不可である(図1.2において無線通信装置Aから無線通信装置D, E, Gに対して矢印が出ていない)。なお、この測定のために各無線通信装置が保持する情報は以下の(4)のようになる。

【0086】

1) となる。現在の測定期間が終ると、下記(5)のように記憶装置の内容を更新し、その後、次の測定を始め

【0088】

(5)

装置に送信する。

【0091】隣接無線通信装置から送られた回線品質情報を受け取った無線通信装置は、その回線品質情報が前記憶装置に保持しているものよりも新しく、かつホップ数の制限値を超えていない場合にのみ、保持している回線品質情報の更新を行う。

【0092】同様にして、次の無線通信装置が回線品質情報を送信することで、さらに隣りの無線通信装置に回線品質が伝わって行き、一定時間が経過すると、同一グループ内の各無線通信装置は、全ての無線通信装置間の回線品質情報を知ることができる。回線品質情報としては、下記

(6), (7)の情報を保持する。

【0093】

A_t : ノードアドレス
 t_e : ノード情報の有効期限
 n_h : ノードへ到達するための最小中継数

(6)

n_t : 送信パケット数
 n_r : 受信パケット数
 r : スループット (n_r/n_t)
 t_s : この情報が生成された時刻
 t_e : この情報の有効期限
 r_l : この情報のホップ制限値 (限界ホップ数)

(7)

【0094】この情報は大きく二つに分けられる。前者(6)は無線通信装置に関する情報であり、後者(7)は無線通信装置間に関する情報である。前者(6)の情報は、無線通信装置数分だけ保持する必要がある。一方、後者(7)の情報は、図14での回線品質情報の一つの項目に対応しており、無線通信装置の数の二乗分だけ保持する必要がある。回線品質情報を交換するためのパケット全体のフォーマットは、例えば図15に示すようになり、回線品質情報パケットの内容は、例えば図16に示すようになる。

【0095】次に、クラスタ内外の経路選択について説明する。クラスタ外部では、上述のようにして求められたホップ数により経路選択を行い、クラスタ内部では、上述のようにして求められたスループットにより経路選択を行う。

【0096】まず、クラスタ外部のホップ数による経路選択について説明する。経路の指定方法には、送信する無線通信装置側でパケットの中継経路を指定する方法(ソースルーティング)、次の中継先の無線通信装置だけを指定する方法があるが、ここでは、回線品質情報の遅れなどを考慮して後者の方法を用いる。パケットを受信した中継無線通信装置は、回線品質情報(ホップ数)に基づいて次の中継先の無線通信装置を決定し、これを繰り返して宛先の無線通信装置にパケットが伝達される。

【0097】クラスタ外部のホップ数による経路選択に関して具体的に説明する。無線通信装置の配置例として図17に示す例を用いて説明する。図17に示す配置例において、無線通信装置が他の無線通信装置へパケットを送信したい場合には、まず、図18(a)のクラスタ内経路情報に基づいて経路選択を試みる。すなわち、比較的高いスループットで伝送できるように経路選択を行う。なお、図18(a)の経路情報は、上述したようなスループット情報の交換により得ることができる。

【0098】そして、宛先の無線通信装置が同一クラスタ内の場合であれば、この情報の中に宛先の無線通信装置の情報が存在し、後述する方法で経路を見つけることができる。もし、宛先の無線通信装置がクラスタ内部に

有っても過渡状態で回線のスループット情報が十分でなく経路探索ができない場合や、宛先の無線通信装置がクラスタ外にある場合には、図18(b)に示すホップ数の情報に基づいて中継先の無線通信装置を選択する。例えば、図18(b)において、自装置Aが送信先ノードを無線通信装置Cとし、その前の中継ノードを無線通信装置Bとすると、そのホップ数は2となる。また、自装置Aが送信先ノードを無線通信装置Lとし、その前の中継ノードを無線通信装置Fとすると、そのホップ数は7となる。

【0099】このようにして、図3に示すフロー図にしたがって、ホップ数情報を順に検索して、宛先の無線通信装置に最小中継数で到達する隣接無線通信装置を中継無線通信装置とし、パケットを送信する。これを次の無線通信装置でも繰り返す。これにより、効率良く宛先の無線通信装置にパケットを伝送することが可能となる。

【0100】次に、クラスタ内部のスループットによる経路選択について説明する。経路選択では、中継無線通信装置から宛先の無線通信装置に到達する全ての経路について、各々の経路を定量的に評価し、その中から一番信頼度の高い経路を選ぶ。

【0101】具体的には、隣接無線通信装置間のスループットを経路に沿って乗積した値にホップ数分だけ定数 $R_{hop} < 1$ をさらに乗積した値を比較して最も大きな経路が経路として選択される。このように R_{hop} を用いることにより、中継回数が評価に組み込まれ、同じスループットの回線が複数存在した場合には、ホップ数の少ない方が選択されることになる。具体例として、無線通信装置Aを含む図12に示す無線通信装置の配置において、無線通信装置Aから無線通信装置Gへパケットを送信する場合を考える。

【0102】このとき、無線通信装置Aが保持している回線品質情報は図14に示すものであり、無線通信装置Aはこの情報に基づいて次の中継先を決定する。この回線品質情報から図19に示す探索木を作成することができる。この探索木において、枝に書いてある数字は無線通信装置間のパケット通過率で、右端に書いてあるのが目的経路までの経路評価値(スループット)である。例

例えば、無線通信装置A、無線通信装置C、無線通信装置D、無線通信装置Gを順に通る経路では下記(8)のよ

$$\begin{aligned} (\text{回線評価値}) &= R_{A,C} * R_{C,D} * R_{D,G} * R_{hop}^2 \\ &= 0.99 * 0.98 * 1.00 * 0.92^2 = 0.82 \end{aligned}$$

ここで、 $R_{X,Y}$ は、無線通信装置Xから無線通信装置Yへの経路のスループットを表し、 R_{hop} はパケット中継による誤り率の増加を評価するための定数を表す。上記では、 R_{hop} を0.92としている。

【0104】この場合、無線通信装置Aから無線通信装置Gへ到達する経路は、図19から分かるように6通り存在するが、その中で最も経路評価値の高いA→C→D→Gのルートを利用することとし、無線通信装置Aは次の中継先の無線通信装置としてCを選択してパケットを送信する。

【0105】パケットを受信した無線通信装置Cでも上記と同様の手順により、次の中継先の無線通信装置を選択してパケットを中継する。このようにして、目的の無線通信装置に到達し得る全ての経路を探索、評価することにより、そのときの回線状況に応じた最適の経路を選択することができる。

【0106】なお、経路の選択は、通信路のパケット通過率と中継回数に基づいて行うので、直接通信できる場合でもその通信路の信頼性が低い場合には、他の無線通信装置を中継するような経路を選択することもあり得る。また、この方法では、無線通信装置Xから無線通信装置Yへのルートと、無線通信装置Yから無線通信装置Xへのルートとを別のものとして回線品質を測定、保持している。これは、単方向リンクを含む非対称経路が存在する場合でも最適な経路を選択できるようにするためである。

【0107】このように本実施の形態に係る無線通信システムでは、クラスタ内での経路制御に回線品質情報を用い、クラスタ外での経路制御に中継回数を用いるので、クラスタ内での経路制御を効率良く行いつつ、全体としての経路制御を簡易に行うことができる。

【0108】本発明は上記実施の形態に限定されず、種々変更して実施することが可能である。例えば、回線品質情報の測定に必要な情報として記憶装置に保持しておく情報や、回線品質情報として記憶装置に保持しておく情報などは上記実施の形態に限定されない。また、クラスタに対する追加、離脱のためのホップ数についても上記実施の形態には限定されない。

【0109】

【発明の効果】以上のように本発明の無線通信システムによれば、階層化を行うことなく自律分散無線ネットワークをクラスタ化して、クラスタ内での経路制御に回線品質情報を用い、クラスタ外での経路制御に中継回数を用いるので、クラスタ内での経路制御を効率良く行いつつ、全体としての経路制御を簡易に行うことができる。

うに表すことができる。

【0103】

(8)

したがって、ネットワークを構成する無線通信装置の数が多くても、自律分散無線ネットワークにおいて簡易で効率的な経路制御を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る無線通信システムにおける無線通信装置の構成を示すブロック図

【図2】本発明の実施の形態に係る無線通信システムにおける経路選択の手順を説明するためのフロー図

【図3】無線通信装置をグループ化したときにグループに識別番号を付与するアルゴリズムを説明するためのフロー図

【図4】クラスタへの追加、離脱アルゴリズムを説明するためのフロー図

【図5】規定ホップ数以下の中継を説明するための図

【図6】ホップ数制限値を変更するアルゴリズムを説明するためのフロー図

【図7】クラスタ分割の状態を説明するための図

【図8】ホップ数測定アルゴリズムを説明するためのフロー図

【図9】ホップ数測定用パケットを説明するための図

【図10】ホップ数の測定を説明するための図

【図11】スループット測定アルゴリズムを説明するためのフロー図

【図12】スループット測定を説明するための無線通信装置の配置を示す図

【図13】測定されたスループットの結果を示す図

【図14】隣接する無線通信装置間のスループットの結果を示す図

【図15】回線品質情報パケットのフォーマットを示す図

【図16】回線品質情報パケットの内容を示す図

【図17】経路選択を説明する場合の無線通信装置の配置例を示す図

【図18】(a)は、クラスタ内の経路選択のための情報を示す図(b)は、クラスタ外の経路選択のための情報を示す図

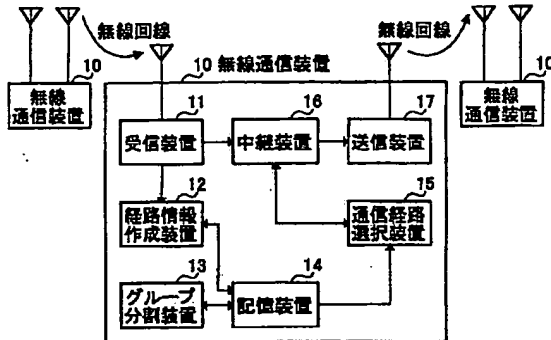
【図19】本実施の形態における経路探索木の例を示す図

【符号の説明】

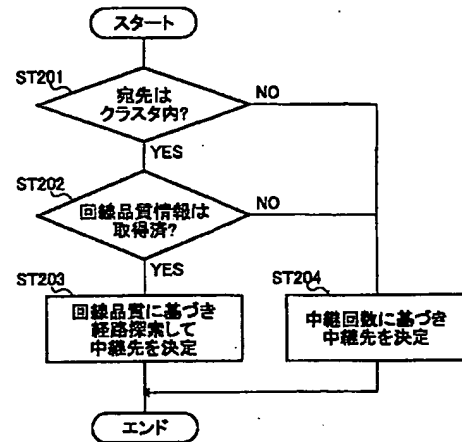
- 10 無線通信装置
- 11 受信装置
- 12 経路情報作成装置
- 13 グループ分割装置
- 14 記憶装置
- 15 通信経路選択装置

- 16 中継装置
17 送信装置

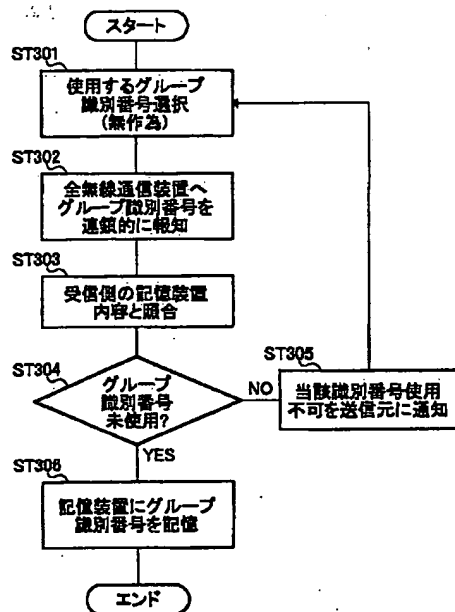
【図1】



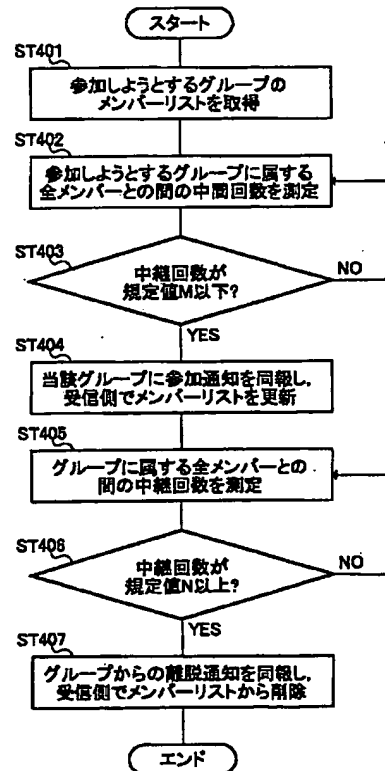
【図2】



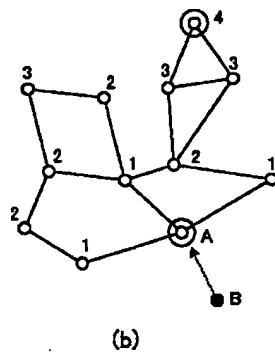
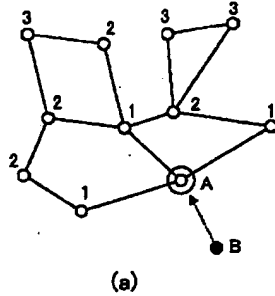
【図3】



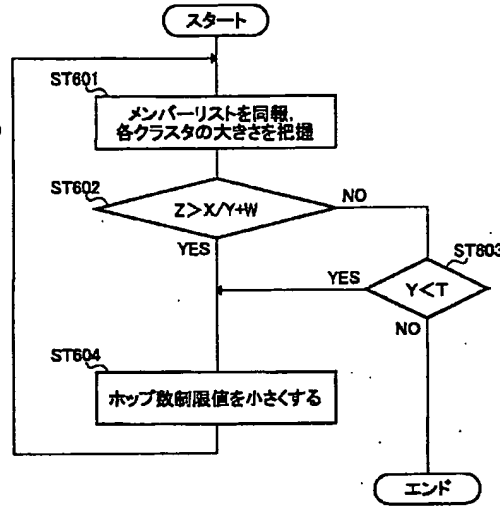
【図4】



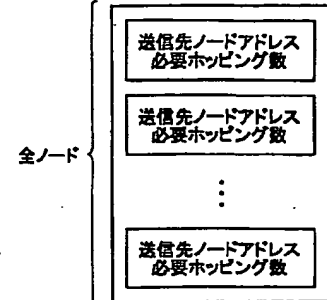
【図5】



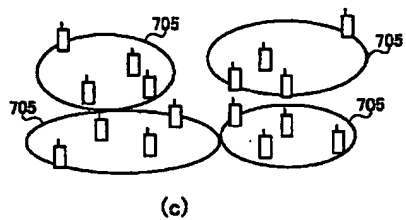
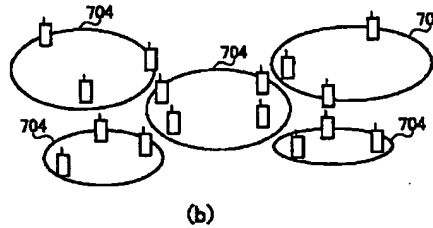
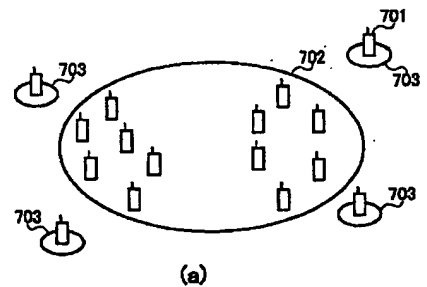
【図6】



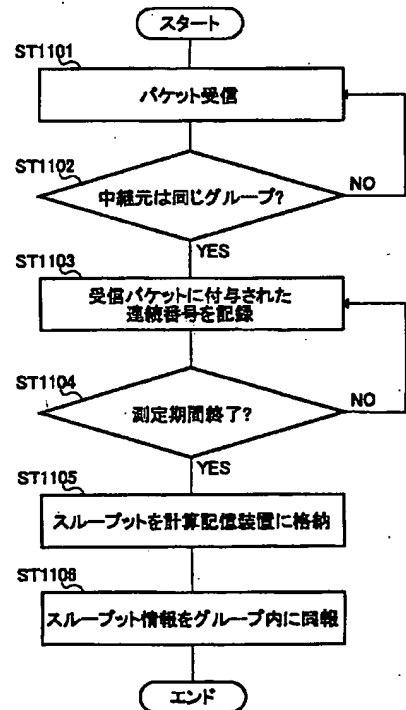
【図9】



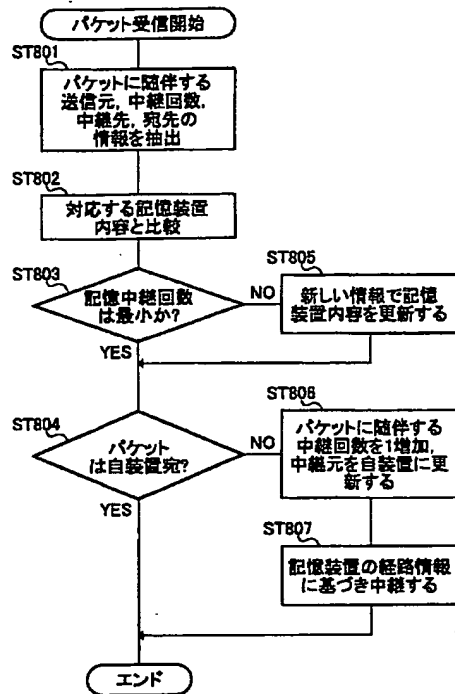
【図7】



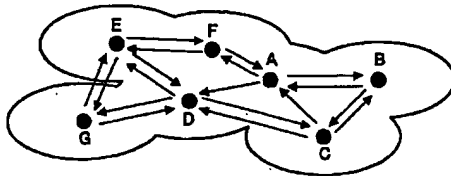
【図11】



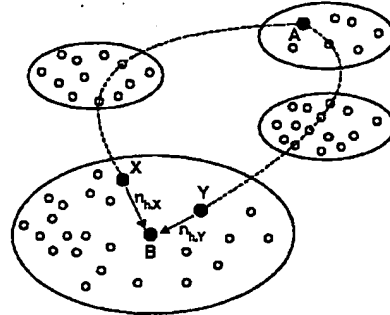
【図8】



【図12】



【図10】



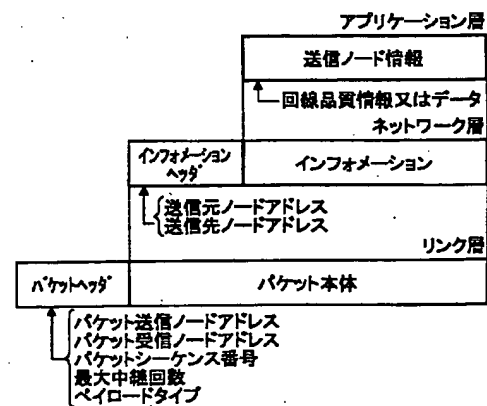
【図13】

		送信ノード						
		A	B	C	D	E	F	G
受信ノード	A	1.00	0.95	0.75	0.00	0.00	0.76	0.00
	B							
	C							
	D							
	E							
	F							
	G							

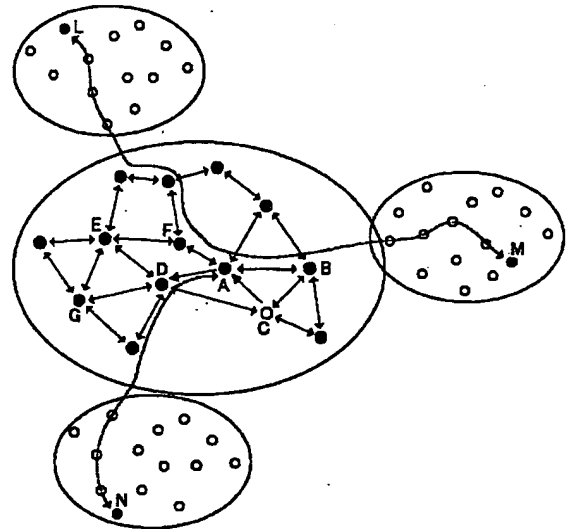
【図14】

		受信ノード						
		A	B	C	D	E	F	G
送信ノード	A	1.00	0.85	0.99	...	...	0.76	...
	B	0.95	1.00	0.70	...	...	...	...
	C	...	0.85	1.00	0.98	...	...	...
	D	0.55	...	0.55	1.00	0.92	...	1.00
	E	...	...	...	0.76	1.00	0.76	1.00
	F	0.80	...	...	...	1.00	1.00	...
	G	...	...	...	1.00	1.00	...	1.00

【図15】



【图 17】



【圖 19】

ブランチスループット

AからGまでの
スループット

The diagram illustrates a branching structure starting from node A. The branches and their associated values are as follows:

- From A:
 - Branch to B (0.95):
 - From B to C (0.70):
 - From C to D (0.98):
 - From D to E (0.92):
 - From E to F (0.76): 0.43
 - From E to G (1.00): 0.51
 - Branch to C (0.99):
 - From C to D (0.98):
 - From D to B (0.85): —
 - From D to E (0.82):
 - From E to F (0.78): —
 - From E to G (1.00): 0.70
 - From D to G (1.00): 0.82
 - Branch to F (0.76):
 - From F to E (1.00):
 - From E to D (0.78):
 - From D to C (0.55):
 - From C to B (0.95): —
 - From D to G (1.00): 0.45
 - From E to G (1.00): 0.64

(b) クラスタ外経路情報

送信先ノード	A	B	C	D	E	F		L	M	N	
前中継ノード	A	B	B	D	F	F	...	F	B	D	...
ホップ数	0	1	2	1	2	1		7	6	6	

フロントページの続き

(72)発明者 蛸子 恵介

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
号 松下通信工業株式会社内

(72)発明者 上杉 充

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
号 松下通信工業株式会社内

(72)発明者 鈴木 博

東京都世田谷区奥沢6丁目16番4号

(72)発明者 渡辺 伸吾

東京都新宿区市谷田町2丁目21-2-307

Fターム(参考) 5K030 HA08 HC09 JL01 JT09 KA02
LB05

5K033 AA09 CB06 CC01 DA02 DA17

DB12 DB18 EA02 EC02

5K067 AA21 BB21 CC08 CC14 DD17

DD45 EE02 EE06 EE25 FF02

FF05 HH22 HH23 JJ41 KK15